



Facultad de Veterinaria  
**Universidad** Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

ALIMENTACIÓN PRECOZ DE  
LECHONES

EARLY FEEDING OF PIGLETS

Autor

Ignacio Micieces Marco

Directores

Emilio Magallón Botaya  
José Luis Olleta Castañer

Facultad de Veterinaria

Noviembre 2020

<b>1. RESUMEN / ABSTRATC.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Dietas en gestación y lactación: .....	7
2.2 Bajos ratios mamas / lechón: .....	8
2.3 Heterogeneidad de los lechones al nacimiento:.....	8
<b>3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>11</b>
5.1 Problemática del lechón al nacimiento: .....	11
5.2 Calostro y leche materna .....	12
5.3 Falsos mortinatos y lechones inmaduros .....	17
5.4 Manejo en la lactación .....	18
5.5 Leches maternizadas .....	20
5.6 “Creepfeed” o administración de piensos lactoiniciadores / prestarter .....	24
5.7 Piensos prestarter .....	27
5.8 Estrategias de manejo y adopción.....	29
5.9 El manejo de las adopciones .....	30
5.10 Máquinas de lactación artificial. ....	32
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>7. VALORACIÓN PERSONAL.....</b>	<b>34</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>35</b>

## **1. RESUMEN / ABSTRACT**

España es la segunda potencia europea en cuanto producción porcina se refiere, medida en toneladas de carne de cerdo/año, precedida tan solo por Alemania, y ocupa el primer puesto respecto del censo europeo poseyendo el 21 % de la población porcina total (2018). El sector porcino español ha basado su desarrollo en un alto nivel tecnológico y en el empleo de líneas genéticas hiperprolíficas, capaces de alcanzar producciones medias de 29,97 lechones/cerda productiva/año (de acuerdo con los datos referidos del BDporc para el año 2018) con las granjas más productivas por encima de 35 lechones destetados por hembra productiva y año.

Sin embargo, la elevada prolificidad plantea algunos factores a solucionar, tales como el número limitado de mamas, la competencia por los recursos uterinos y la dispersión y menor peso del lechón al nacimiento. Todo ello hace que se busquen nuevas metodologías que permitan criar y destetar el mayor número posible de lechones homogéneos en tamaños, pesos y crecimientos.

Spain is the second European biggest NATION in terms of pig production (measured in tons of pork meat / year), preceded only by Germany, and leads the top of the European census, with a 21% of the total population of the European community. Spanish pig sector has based its development on a high technological level and on the use of hyperprolific genetic lines, which are capable of reaching up to 29.97 piglets / sow / year average productions (in accordance with the information provided by the BDporc for the year 2018 and achieve high farms production rates with more than 35 weaned piglets per productive female by year.

Nevertheless, this high prolifity rate results in some factors that must be resolved, such as the limited number of breasts to feed, uterine's resources competition and low piglet's birth weight with remarkable dispersion. This situation leads to the necessity of a searching for new methodologies that will allow increasing and weaning the largest possible number of piglets with its size, weight and growth as homogenous as possible.

## 2. INTRODUCCIÓN

La innovación y las nuevas herramientas genéticas que ha desarrollado el sector de porcino mundial en las últimas décadas han desembocado en la aparición de la cerda hiperprolífica. Entendemos por cerda hiperprolífica aquella cerda que es capaz de parir un mínimo entre 14 a 16 lechones vivos por camada. Actualmente, con relación a la línea materna, las empresas genéticas orientan sus procedimientos de selección a diferentes objetivos, siendo estos los caracteres maternos y caracteres cárnicos. Los caracteres maternos sobre los que se ejerce presión de selección en la actualidad y que han provocado la necesidad de modificar el manejo para afrontar los nuevos resultados productivos son (Caballer, 2017):

- Nacidos totales.
- Nacidos vivos.
- Peso de la camada.
- Lechones supervivientes a los 5 días.
- Mortalidad en lechones nacimiento destete
- Número de lechones destetados/cerda/año.
- Longevidad de las cerdas.
- Número de camadas destetadas.
- Cantidad/distancia de las mamas.
- Intervalo destete-cubrición.
- Cantidad de calostro.
- Homogeneidad de pesos al nacimiento.

Durante los últimos 20 años se ha conseguido aumentar entre 0.2 y 0.3 los lechones por cerda y camada (Bruun *et al.*, 2016), en el proceso de maximizar la producción de lechones por cerda y año, gracias a la aplicación de procesos de selección que han permitido el avance genético, junto con el perfeccionamiento de las técnicas destinadas al manejo de la reproducción y una buena dirección y gestión sanitaria y productiva en las granjas. La consecuencia directa de estas acciones ha ayudado a España obtener el liderazgo del censo de población porcina a nivel europeo.

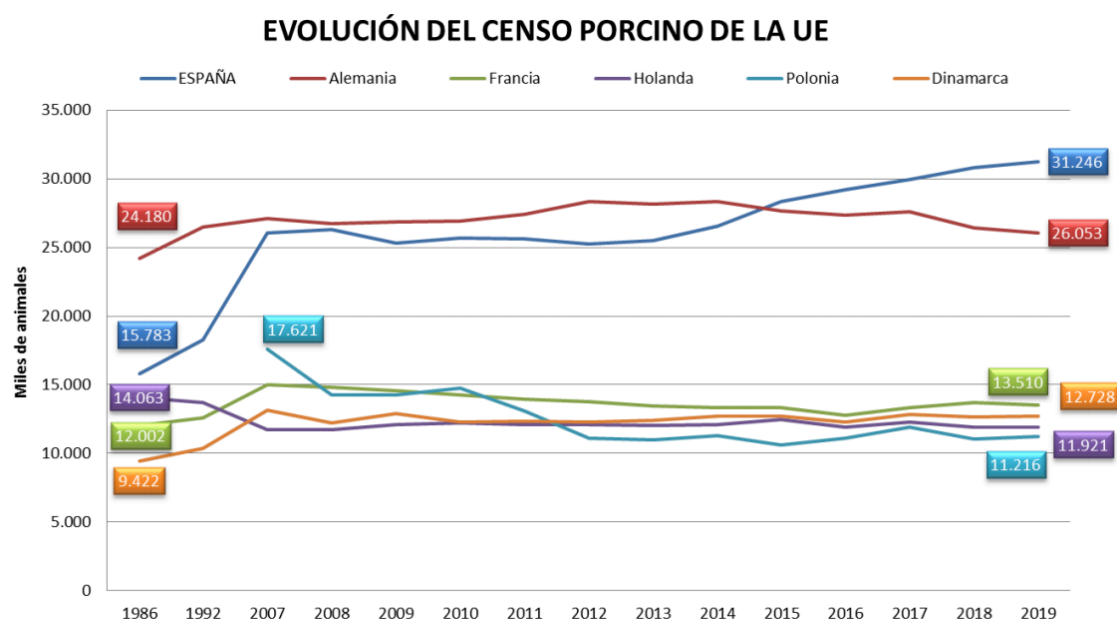


Figura 1: Evolución del censo europeo. Fuente: EUROSTAT y SG Análisis, Coordinación y Estadística (MAPA) 2019.

En los últimos años se ha conseguido un incremento de la productividad en las granjas porcinas, aumentando el número de lechones destetados. Sin embargo, en la búsqueda de destetar el mayor número de lechones viables por cerda y año, de la mayor calidad y homogeneidad posibles, encontramos diferentes aspectos de una problemática que impide a veces llegar a este objetivo.

Se analizó la base de datos de la empresa PigCHAMP Pro Europa S.L., con un total de 20.160 cerdas en producción de diferentes genéticas hiperprolíficas, junto a los datos de 93.896 partos durante dos años, encontrándose que las cerdas que paren más de 16 lechones vivos por parto paren casi el doble de lechones muertos que las cerdas que paren de 13 a 16 lechones, y más del triple que aquellas que paren 13 o menos lechones vivos (Vizcaíno *et al.*, 2017). La evolución en la selección y genética de las cerdas está haciendo que la prolificidad sea mayor, pero obliga a que cada vez más haya que controlar el entorno alrededor de la hiperprolificidad para maximizar la viabilidad de los lechones.

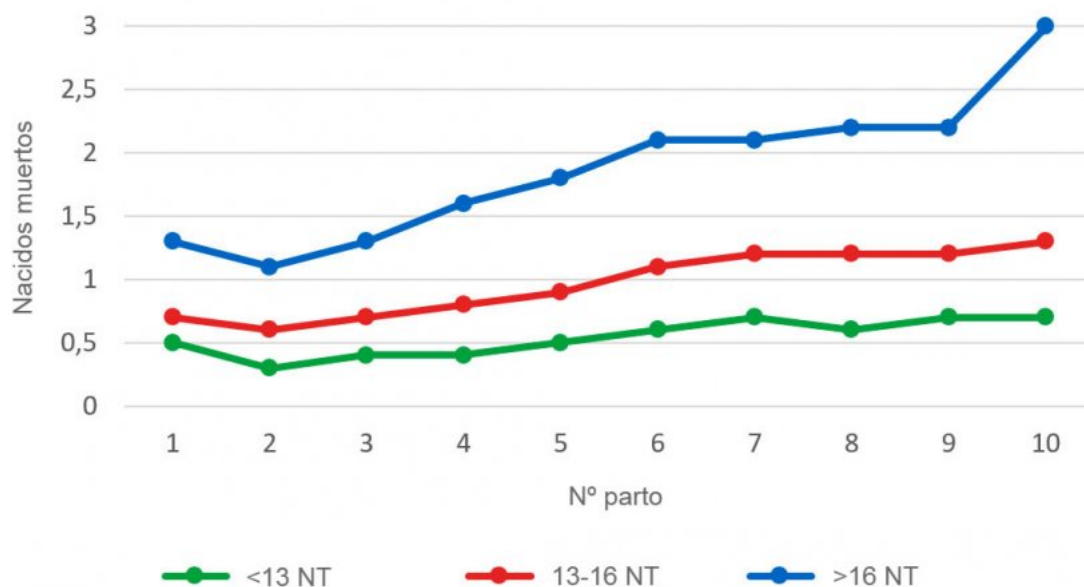


Figura 2: Media de lechones nacidos muertos según el orden de parto para las camadas de menos de 13, entre 13 y 16 o más de 16 lechones nacidos totales (NT). (Vizcaino *et al.*, 2017).

Algunos de los factores de este entorno a controlar, como la sanidad, instalaciones, **alimentación** y manejo, tienen en mayor o menor medida una o varias soluciones que podemos aplicar, pero existen factores con los que tendremos que competir que no tienen una respuesta inmediata, obligándonos a buscar alternativas.

## 2.1 Dietas en gestación y lactación:

La gestación de la cerda hiperprolífica precisa dietas de mayor calidad energética y aminoacídica, que se destinarán tanto a las necesidades de crecimiento de las reproductoras, puesto que las cerdas alcanzan mayores pesos vivos a medida que aumenta el número de ciclos, como a las necesidades de mantenimiento, puesto que estas necesidades cambian según varía su metabolismo. La pérdida de peso que se produce durante la lactación debe ser recuperada en gestación, lo que aumenta las necesidades totales de nutrientes. La selección por magro que se realiza sobre estas líneas hiperprolíficas implica un menor consumo voluntario, lo que unido a una mayor producción láctea aumenta el riesgo de pérdida de peso en lactación, obligando a perfeccionar la calidad de los piensos de lactación, las pautas de alimentación y ajustar muy bien las curvas de alimentación aplicadas a las fases de lactación y gestación. Una nutrición adecuada propicia una reducción de la heterogeneidad de pesos de la camada, puesto que “el tamaño de los fetos está relacionado directamente con el de los embriones, y éste a su vez con el de los

folículos preovulatorios. Por otra parte, el crecimiento folicular se produce al final de la lactación y es mayor cuanto mayor es el nivel de alimentación de la cerda.” Es decir, cuanto mayor pérdida de condición corporal sufra la cerda durante la lactación, menor será el tamaño de los folículos preovulatorios, así como el número de embriones viables y menor peso de estos embriones (Hoving, 2012) afectando incluso a la homogeneidad de la camada subsiguiente (Wientjes *et al.*, 2013). En resumen, niveles de alimentación elevados desde la entrada en maternidad se traduce en más lechones viables, con menor mortalidad en las primeras 24 horas, y menor pérdida de la condición corporal de la cerda durante la lactación.

## **2.2 Bajos ratios mamas / lechón:**

Factores como la nutrición son esenciales en el control de los efectos negativos de la hiperproliferidad y se puede tener influencia sobre ellos y controlarlos en mayor o menos medida, pero hay otros como el número de mamas que no tienen posibilidad de ser modificados. Aunque las cerdas paren cada vez más lechones, en estas camadas numerosas la cantidad de pezones de la cerda permanece estático, es decir, muchas veces paren más lechones que tetas tienen las cerdas. El número de mamas de la cerda varía según la raza; con valores promedio de 10 tetas para las razas de cerda ibérica, 10-12 para razas Duroc-Jersey, 14-16 para razas Large White y Landrace, y 18 o más para las razas chinas (Magallón *et al.*, 2014).

A priori se puede pensar que se trata de un número de mamas suficientes para hacer frente a camadas numerosas, pero es necesario recordar que con las cerdas hiperprolíficas tenemos muchas veces más lechones nacidos vivos que mamas. Es más, podemos encontrar mamas que no son funcionales, con pezones invertidos, invaginados, de menor tamaño... que no son productoras de leche, y existen diferencias entre aquellas que se consideran anatómicamente correctas y funcionales puesto que las mamas torácicas producen mayor cantidad de leche al recibir más aporte sanguíneo que el resto (Magallón *et al.*, 2014).

## **2.3 Heterogeneidad de los lechones al nacimiento:**

No solo existe variabilidad en la mortalidad de los lechones debida a las diferencias biológicas entre cerdas, hay otra serie de factores con gran influencia sobre esta, muy relacionados con la hiperproliferidad. Las diferencias de tamaño, peso, y en definitiva heterogeneidad de los lechones al nacimiento provocan que los lechones que presenten tamaños más pequeños en el momento de nacer sean más susceptibles de sufrir una muerte más temprana o bien retrasar



de manera significativa su crecimiento. En el ITP (Institut Technique du Porc) se analizaron 965 camadas observándose que en aquellas camadas con una diferencia de entre 11 a 16 lechones nacidos vivos por cerda y parto, cada lechón nacido adicional perdía hasta 35 gramos de peso, además de obtenerse un incremento en el porcentaje de lechones con pesos al nacimiento menores de 1 kg, pasando de un 7% a un 23% sobre el total de nacimientos (Quiniou, 2002).

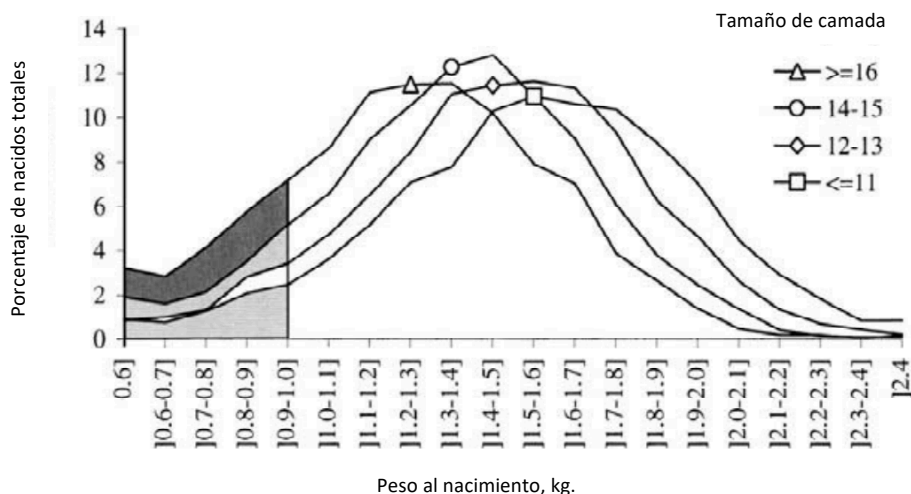


Figura 3: Gráfico de distribución de lechones (% de nacidos totales) según su peso al nacimiento con relación al tamaño de camada. (Quiniou, 2002).

El peso al nacimiento y la variabilidad que este puede presentar es correlación directa con la mortalidad temprana del lechón. Lechones con pesos muy bajos al nacimiento, menores al kilogramo, tardan el doble de tiempo en ponerse en pie por primera vez, 3.5 veces más hasta que realizan la primera interacción con la ubre y retrasan hasta en 4 veces más la ingesta de calostro respecto a sus hermanos con mayores pesos.

### **3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

La cerda hiperprolífica plantea modificaciones en el sistema de producción porcina actual debido a la necesidad de maximizar la viabilidad de los lechones nacidos “extra”. Este trabajo de fin de grado pretende abordar diferentes técnicas relacionadas con la alimentación de lechones en lactación que permitan mejorar las estrategias actuales obteniendo así un desarrollo idóneo de la mayor parte posible de lechones nacidos vivos por parto. Las herramientas empleadas hoy día como las adopciones de lechones por parte de otras hembras, si bien son válidas, son solo una parte de la solución y es necesario darle otros enfoques complementarios a la problemática basados en lactaciones artificiales y suplementos alimenticios.

### **4. METODOLOGÍA**

El abordaje de este trabajo consiste en la revisión bibliográfica de las diferentes estrategias existentes en el campo de la alimentación de lechones de cerdas hiperprolíficas de manera complementaria durante la lactación, para ello he realizado una revisión crítica y sistemática de documentos y estudios científicos sobre el tema a tratar, mediante medios digitales tales como “Research Gate”, estudios procedentes de universidades como la universidad pública de Cambridge (Inglaterra) y editoriales de publicaciones científicas como “Elsevier” o “PubMed”, además de otros medios escritos procedentes de la biblioteca de la facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza. Para la obtención de datos estadísticos he empleado las webs del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y organizaciones como “BDPorc”. Las citas y referencias se han realizado en estilo Harvard BUZ, con ayuda del gestor bibliográfico “Mendeley”.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La correcta alimentación del predestete de los lechones se ve muy influenciada por un gran número de factores, ya sean inherentes a dichos lechones, a las cerdas o bien hay interrelaciones entre diferentes factores. Estos son algunos de los factores más importantes que debemos tener en cuenta:

### **5.1 Problemática del lechón al nacimiento:**

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, cuanto mayor es el tamaño de la camada al nacimiento, menor es el peso de cada lechón. Aunque existe variabilidad según raza, estirpe, manejo y ambiente, se ha calculado que por cada lechón nacido de más disminuye el peso de cada lechón entre un 2% y un 7%.

Sucesos como un bajo peso al nacimiento, mal comportamiento de la madre/ausencia de comportamiento maternal, enfermedad del lechón... pueden suponer que el animal sufra de hipotermia, tenga gastos energéticos elevados, entre en estado de somnolencia y letargo que desemboquen en que no se alimente, y no reciba ni calostro ni la posterior leche, sufriendo un fallo grave en la transferencia de inmunidad pasiva, mal funcionamiento del aparato digestivo, la posibilidad de incurrir una disbiosis grave, fallos de crecimiento y en definitiva la muerte del animal. (Van Engen, De Vries and Scheepens, 2011)

No solo es de gran importancia el manejo correcto de la cerda reproductora, lo es también el manejo en el momento del parto y en las primeras horas de vida de los lechones con el fin de conseguir el máximo número de crías con vitalidad y suficiente potencial de crecimiento. El lechón necesita unos primeros cuidados básicos para poder realizar un arranque óptimo que disminuya la probabilidad de muerte, que consisten en un correcto secado, un encalostrado adecuado, proporcionarles una óptima temperatura mediante sistemas térmicos complementarios con el fin de reducir las bajas por hipotermia, o acciones de manejo básicas como la lactación alterna o "Split-sucking" con comillas. Las adopciones deberían ser pospuestas al menos por 24 horas hasta haber intentado asegurar el traspaso de la inmunidad de la madre al lechón por medio del encalostrado.

Previamente a desarrollar las diversas estrategias con las que podemos actuar, es necesario hacer una revisión de la problemática inherente al lechón como pueda ser el estrés, conocido desencadenante de patologías digestivas que pueden acabar afectando a las microvellosidades intestinales. La diarrea, consecuencia directa de una alteración en la funcionalidad normal intestinal, es considerada como una de las primeras causas de fallecimiento en el lechón lactante. La muerte se produce a consecuencia de una profunda deshidratación que provoca *shock* hipovolémico. La diarrea puede tener tanto origen infeccioso como origen nutricional, siendo este último el que enfocaremos en este trabajo. Estas diarreas nutricionales pueden tener origen en una deficiente ingesta calostrual que impediría el correcto desarrollo y establecimiento de las funciones del intestino, así como la ausencia de anticuerpos maternos.

Otra posible causa sería un consumo excesivo de leche materna que resulte en que el animal es incapaz de realizar una correcta digestión por la alta velocidad de la leche del estómago al intestino, provocando diarreas líquidas y profusas, y que en ocasiones puede verse acentuado debido a la voracidad del lechón. Los procesos diarreicos se pueden ver incrementados si además incorporamos piensos prestarter/lactoiniciadores no correctamente formulados respecto a sus nutrientes, puesto que, por ejemplo, demasiada proteína bruta en la ración puede provocar cambios en el todavía inmaduro sistema digestivo del lechón modificando el pH y permitiendo la proliferación de microbiota perniciosa como *Escherichia coli*.

En ocasiones, los sistemas de alimentación líquida pueden provocar un blandeo de las heces del lechón sin llegar a considerarse diarrea, y se producen al superarse la capacidad de absorción de líquidos del intestino grueso, haciendo que disminuya la consistencia de las heces por el consumo excesivo de estos alimentos ricos en líquidos.

## **5.2 Calostro y leche materna**

La toma del calostro es un acto fundamental para cualquier lechón recién nacido, ya que son animales que nacen desprovistos de inmunoglobulinas con las que poder combatir la elevada presencia de agentes patógenos que se encuentran en el entorno hostil al que son expulsados tras el parto, por lo que ingerir el calostro en las primeras horas de vida supone como función principal recibir inmunidad pasiva proveniente de su madre para hacer frente a los patógenos ambientales (Figura 4). El lechón al nacimiento presenta una carga de anticuerpos muy reducida debido a la naturaleza muy grasa de estos, sumado a la placentación epiteliocorial de la cerda, que hacen inviable que superen la barrera placentaria. (Cunningham *et al.*, 2006). Las

inmunoglobulinas que se van a transmitir son del tipo IgG, IgM (protección sistémica) e IgA (protección local intestinal). No solamente se van a incorporar estos anticuerpos, si no también células inmunitarias tales como neutrófilos, linfocitos o macrófagos (Quiles, 2011). La ausencia de la inmunidad pasiva puede significar la destrucción casi por completo de las microvellosidades intestinales por la acción de patógenos, produciendo diarrea y posterior muerte, o afecciones de otros aparatos y sistemas.

El calostro es la primera leche que proporciona la cerda tras el parto, y se define como la “secreción mamaria producto de una extracción selectiva de componentes plasmáticos y de síntesis local en las horas precedentes y siguientes al parto” (Soraci, 2019). Además de las mencionadas inmunoglobulinas maternas, cuenta con un gran valor nutricional. El lechón nace con baja capacidad energética, por lo que el calostro es fundamental para poder moverse y comenzar a evitar la hipotermia, que podría desencadenar la muerte del animal. El lechón es un animal con mucha sensibilidad al frío, muy susceptible de sufrir hipoglucemia, y con una autonomía glucídica baja (Curtis and Rogler, 1970). Apenas tiene cobertura de pelo, presenta una superficie de contacto/peso elevada, pobre vasoconstricción cutánea y baja actividad de insulina (Mellor and Cockburn, 1986), por lo que la capacidad calorífica y energética del calostro es igual de importante que la inmunológica.

Se debe procurar que los lechones ingieran el calostro en las primeras 12 horas de vida, puesto que es en esa franja de tiempo cuando la permeabilidad intestinal es máxima, y según avancen las horas por encima de las 12 primeras va disminuyendo, haciendo físicamente imposible que atraviesen la pared intestinal. (Thorup, Eriksen and Risum, 2004). El calostro, además, comienza a favorecer los movimientos intestinales provocando cambios estructurales y bioquímicos, con la finalidad de expulsar el meconio, que de no hacerse puede dar lugar a graves patologías digestivas y ocasionar la muerte. Concretamente el desarrollo intestinal y los cambios y actividades morfo-fisiológicas se producen mediante la acción de péptidos anabólicos mitogénicos como los péptidos activos, entre los que encontramos el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGFI), el factor de crecimiento epidérmico (EGF), la insulina y el factor de crecimiento transformante beta (TGF- $\beta$ ). El calostro puede ser considerado el “motor” que arranca el aparato digestivo, produciendo: hipertrofia de enterocitos, inducción a la endocitosis de macromoléculas, puesta en marcha de transportadores intestinales activos, o un aumento de la absorción de nutrientes entre otros beneficios (Xu *et al.*, 2002).

Factores	Calostro ingerido (g/kg PV)			
	0	0-100	101-200	>200
Nº lechones	12	41	143	215
Peso (g)	934 ± 371	1.303 ± 292	1.354 ± 327	1.398 ± 310
Consumo de calostro (g/kg PV)	0	68 ± 22	154 ± 27	278 ± 53
Mortalidad (%)	83	27	9	3

Figura 4: Efecto del consumo de calostro durante las primeras 24 horas de vida sobre la mortalidad precoz de los lechones. (Sanjoaquín, 2015).

Existe influencia en la ingesta del calostro según el orden de nacimiento de los lechones (Thorup, Eriksen and Risum, 2004), puesto que analizando la inmunidad en los lechones según van naciendo, se encuentran disminuciones de los niveles de anticuerpos ingeridos básicamente al disminuir la cantidad de calostro que toman, y aumenta la probabilidad de mortalidad, maximizándose este valor a partir del 7º lechón nacido. Algo básico que debe ser recordado es que la cantidad total de calostro no aumenta con el aumento de tamaño de la camada.

Se debe asegurar obtener un calostro de máxima calidad, puesto que además de todo lo mencionado anteriormente, el calostro contiene factores de crecimiento naturales que favorecen un desarrollo adecuado y normalizado del intestino, así como de otros órganos vitales. El manejo en la reposición de primerizas, las vacunaciones, la higiene general o el estado sanitario de la granja son factores que pueden provocar disminuciones en la calidad y acabar afectando a las características inmunológicas. (Šamanc *et al.*, 2013). Una ingesta de calostro mínima de 200 ml en las primeras 24 horas de vida mejora la tasa de supervivencia al destete, y un consumo de 290 ml/lechón proporciona una considerable ganancia de peso medido a las seis semanas (Moreira *et al.*, 2017).

Respecto a la composición, el principal constituyente que difiere de la leche que secretará posteriormente la cerda son las proteínas, en el calostro podemos encontrar de media hasta 15 gramos por cada 100 gramos de producto, mientras que en la leche normal encontramos 5.5 g/100 gramos de producto (Darragh and Moughan, 1998). Posee menos porcentaje de materia grasa, ya que el lechón tiene poca capacidad de oxidación de grasas por un bajo metabolismo hepático inicial.

Days of lactation	Total solids	CP <sup>2</sup>	Fat	Ash	Lactose	GE (MJ/kg)	Milk yield (kg)
Colostrum composition (g/kg)							
Days 1 and 2	226 ± 0.3	158 ± 0.4	37.6 ± 1.4	6.35 ± 0.07	23.4 ± 1.4	5.773 ± 0.016	
Milk composition (g/kg)							
Day 5	182	52.8 <sup>a</sup>	63.2	8.90 <sup>a</sup>	57.2 <sup>abcd</sup>	4.795	4.479 <sup>a</sup>
Day 12	184	49.2 <sup>b</sup>	61.4	8.97 <sup>a</sup>	64.2 <sup>ac</sup>	4.897	5.834 <sup>b</sup>
Day 19	177	51.5 <sup>ab</sup>	61.6	9.90 <sup>b</sup>	54.4 <sup>bcd</sup>	4.537	5.452 <sup>c</sup>
Day 26	174	52.5 <sup>ab</sup>	54.0	11.1 <sup>c</sup>	56.6 <sup>c</sup>	4.419	5.176 <sup>c</sup>
Day 34	180	59.6 <sup>c</sup>	55.5	12.0 <sup>c</sup>	52.9 <sup>d</sup>	4.585	5.427 <sup>bc</sup>
s.e.m.	4	1.0	4.1	0.28	2.5	0.157	0.165
P-value <sup>3</sup>	0.686	***	0.331	***	*	0.445	**
Days 0 to 34	179 ± 4	53.4 ± 1.0	58.5 ± 3.8	10.4 ± 0.3	56.9 ± 2.3	4.626 ± 0.145	5.175 ± 0.156

Figura 5: Diferencias de composición y rendimiento de la leche de cerda a lo largo de un período de lactancia de 34 días (Darragh and Moughan), (1998).

Entorno a las 24/48 horas posteriores al parto, el calostro de la cerda sufre una serie de modificaciones químicas, de sus constituyentes (proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales, vitaminas y células) y proporciones, para ir transformándose en la leche que alimentará a los lechones en los días sucesivos. Las secreciones mamarias de la cerda durante el calostro son más altas en concentraciones de inmunoglobulinas, algunos microminerales, vitaminas, hormonas y factores de crecimiento, y más bajas en concentraciones de lactosa, en comparación con la leche posterior. Respecto a la concentración de grasa en la leche de la cerda, aumenta de forma transitoria entre el día 2 y el día 4 de post parto. La composición final de la leche después del día 7 es relativamente estable durante el resto de la lactación, pero por supuesto, factores externos tales como la dieta pueden afectar a algunos componentes de la leche, incluyendo las concentraciones de grasa, vitaminas liposolubles y algunos minerales, así como en las proporciones de ácidos grasos. Hay factores intrínsecos con influencia directa sobre la composición de la leche, como la genética, el parto, el nivel de producción láctica y la temperatura ambiente (Hurley, 2015).

El encalostramiento óptimo se realiza emparejando a cada madre con sus propios lechones, ya que así nos aseguramos de que la transferencia de anticuerpos y células inmunes podrá llevarse a cabo sin que exista rechazo por parte del lechón. No obstante, y por diversos motivos (camadas hiperprolíficas y más lechones que tetinas), no siempre se puede llevar a cabo este encalostramiento, por lo que existen diferentes métodos que podremos llevar a cabo para intentar salvaguardar la toma de calostro.

Existen algunas opciones que se pueden considerar alternativas y/o complementarias al calostro de cerda. En caso de no disponer de él por el motivo que sea, se deberían tener reservas congeladas de otras remesas, o bien incorporar los lechones a otra madre con menor carga que

pueda tener suficientes reservas. El problema de realizar estas acciones es que pueden llegar a suponer peligros de transmisión de enfermedades y descensos en la bioseguridad interna de la granja, así como otros problemas derivados de una posible reducción de la absorción intestinal de inmunoglobulinas fruto de la no concordancia entre madre y lechón. Existen calostros de otros animales que pueden ser empleados como sustitutivos, pero por supuesto tienen menores tasas de supervivencia (Drew and Owen, 1988). El calostro bovino es una de las mejores opciones, puesto que, aunque dada la especificidad antigénica de las inmunoglobulinas, incorporar calostro de otra especie supone que el grado de protección inmunológica que alcance el lechón estará lejos de ser el óptimo, sigue siendo bastante superior al que podremos obtener con sustitutos de leche que estén desprovistos de inmunoglobulinas (Gomez, Phillips and Goforth, 1998). Independientemente de la acción inmunológica, el calostro “per se” tiene nutrientes y componentes bioactivos que proporcionan un efecto positivo en la maduración y crecimiento individual, y factores de resistencia a enfermedades que son independientes incluso entre especies. Existe respaldo científico de esta hipótesis, documentada con estudios de alimentación con calostro bovino a cerdos con diarrea asociada al destete (Jiang *et al.*, 2000) e incluso existen evidencias de efectos positivos del calostro bovino en diarreas producidas por efectos farmacológicos en seres humanos (Playford *et al.*, 2001). Dada la problemática de la especificidad por especie de la absorción de inmunoglobulinas, se ha investigado si se puede provocar inmunidad pasiva específica en animales recién nacidos con la adición de inmunoglobulinas purificadas o proteínas plasmáticas en dietas artificiales (ya sea calostro o leche de otra especie, o sucedáneos de leches artificiales), pero el grado final de inmunización pasiva es muy bajo, principalmente porque la absorción de macromoléculas intestinales está muy influenciada por la composición del líquido en el que se disuelven las inmunoglobulinas (Carlsson, Weström and Karlsson, 1980).

Existen más opciones además del calostro bovino. En un estudio publicado en abril del año 2020 de la facultad de veterinaria de Murcia, se evaluó la absorción de inmunoglobulina G del calostro de cabra por lechones recién nacidos. Citando textualmente, “los resultados mostraron que los lechones absorbieron IgG de cabra con un coeficiente aparente de absorción del 20,9%. Además, los lechones toleraron bien el calostro de cabra, abriendo la posibilidad de desarrollar suplementos a base de calostro de cabra para lechones recién nacidos.” (Martínez *et al.*, 2020). Actualmente es una vía prematura y todavía en desarrollo, pero que puede llegar a suponer un punto muy importante en el futuro de la adaptación a los sustitutos de calostro, pero se deberá enfocar el esfuerzo en conseguir un mayor porcentaje de absorción, puesto que el cerdo recién nacido absorbe preferentemente la IgG porcina, en comparación con la IgG



bovina y otras macromoléculas proteicas, indicando que se requiere calostro porcino para asegurar una absorción normal de macromoléculas durante las primeras 24 h después del nacimiento. La alimentación con calostro, leche, sustituto de leche o una solución de electrolitos no específicos de una especie diferente, por el momento se traduce en una capacidad de absorción significativamente reducida y/o un cese más temprano del transporte de macromoléculas (Jensen *et al.*, 2001).

### **5.3 Falsos mortinatos y lechones inmaduros**

No todos los cerdos son viables y capaces de tomar calostro por si mismos. En un parto se consideran como lechones nacidos totales también a los “falsos mortinatos” y los lechones inmaduros, animales que todavía tienen posibilidades de sobrevivir y desarrollarse adecuadamente si aplicamos mejoras desde el punto de vista del manejo y de la alimentación. El lechón falso mortinato es aquel que nace vivo pero que el operario encuentra muerto al realizar una inspección posterior al parto. Deben diferenciarse (mediante necropsia) de los nacidos muertos. El falso mortinato no ha recibido una atención adecuada, ya sea en forma de secado, fuente de calor, problemas de organización, o lo más importante, un correcto encalostrado ya sea en cantidad (nulo, escaso) o en ser proporcionado a tiempo correcto.

El lechón inmaduro es aquel que presenta signos de retraso de crecimiento intrauterino, y a consecuencia de este, presenta modificaciones morfológicas y/o funcionales que les otorgan una menor vitalidad respecto a sus hermanos, y determinan su supervivencia fuera del útero materno. Debido a la etiología multifactorial, sus efectos sobre la absorción de inmunoglobulinas intestinales pueden variar según la razón exacta del retraso del crecimiento fetal. Sin embargo, pese a que el aumento de la mortalidad observado en estos lechones inmaduros sugiere que su capacidad intestinal de absorción de macromoléculas pueda verse comprometida, estudios demuestran que no se encuentra una relación consistente entre el peso corporal y la absorción de inmunoglobulinas. (Sangild *et al.*, 1997), (Sangild *et al.*, 1999).

Más importante aún, los resultados del estudio de transmisión macromolecular intestinal en cerdos recién nacidos desfavorecidos y no afectados (Svendsen *et al.*, 1990) documentan que los lechones recién nacidos con retraso del crecimiento (<1,0 kg de peso corporal) en realidad tienen una mayor capacidad para absorber ciertas moléculas grandes que sus homólogos de peso normal al nacimiento, por lo que podría ser esperable que los lechones de bajo peso y

retraso de madurez también presenten una mayor capacidad de captación de inmunoglobulinas del calostro de la madre, siempre que sea de calidad suficiente y administrado a tiempo.

Hay otras estrategias destinadas a maximizar la absorción de IgG en el tracto digestivo del lechón, consistentes en la adición de suplementos a la madre para mejorar la transferencia posterior de inmunidad pasiva. El extracto de algas de *Ulva armoricana* se ha demostrado que posee un efecto inmunomodulador en la transferencia de IgG específica e IgA total en calostro, leche y sangre. En un estudio realizado por (Bussy *et al.*, 2019) se administraron cuatro tipos de dietas experimentales para el último mes de las cerdas en gestación, incluyendo una dieta control, y se evaluó la actividad del extracto creado sobre la transferencia de inmunidad entre cerda y lechones haciendo mediciones inmunoglobulinas en calostro, leche y sangre. Se obtuvo como resultado que, aunque el efecto inmunoestimulante del extracto de algas sobre el rendimiento de los lechones no fue simultáneo en los diferentes niveles de suplementación, si se respaldó el uso del extracto de algas naturales como solución inmunomoduladora en la producción porcina.

#### **5.4 Manejo en la lactación**

La cerda debe encontrar confort durante la etapa de lactación, para asegurar la correcta producción de leche ya sea por cantidad o calidad nutricional. Es por ello por lo que es fundamental asegurar que la granja posee un buen control ambiental, que maximice el confort. Esto se consigue con un buen diseño que otorgue espacio suficiente a la cerda y los lechones, una zona termoneutra y el control de la temperatura ambiental, equipos eficientes, aislamientos, ventilación y por supuesto un sistema de registro y vigilancia de todas estas condiciones. Además, hay que controlar la condición corporal de la cerda, su alimentación (tipo de pienso, niveles de energía y proteína de la dieta, evitar piensos fibrosos, frecuencia de la comida), consumo de agua, horas de luz, estado sanitario de la cerda, número de lechones por camada y su estado sanitario, instalaciones y como uno de los factores más importantes, el personal, dado que es el operario el que regula y supervisa la totalidad del resto de factores. Los piensos fibrosos pueden tener efectos negativos en la condición corporal de la cerda, haciendo que disminuya por debajo de niveles de aceptabilidad, sin embargo, la fibra en el pienso preparto junto con una alimentación “ad libitum” durante este periodo puede ayudar a aumentar la ingesta de calostro de los lechones más pequeños al nacimiento, reduciéndose la mortalidad pre-destete debido a un menor nivel de hipoxia como consecuencia de un parto más rápido (Hoving, 2012).

El amamantamiento del lechón se compone de tres fases, una primera en la que el lechón debe realizar un vigoroso masaje que estimule la producción de oxitocina para que la leche pueda ser liberada por la contracción de las células mioepiteliales de los alveolos mamarios, una segunda fase de ingestión o amamantamiento real cuya duración varía entre los 20 y 30 segundos, y una tercera fase de masaje más calmado de la ubre.

Durante todo el periodo de lactancia entrará en juego el componente social, estableciéndose una jerarquía de dominancia-subordinación. Esta relación implica que en la competencia por los recursos (por ejemplo, el acceso a las tetas torácicas) será el lechón dominante el que acceda a estas y el lechón subordinado deba conformarse. Ya desde los tres primeros días de vida (Magallón *et al.*, 2015) se establecerá esta jerarquía, que comienza con la búsqueda del pezón en el momento del nacimiento, para seguir con una cata de pezones, donde probará las diferentes mamas y comenzará un proceso de desalojo de los congéneres. Posteriormente se afianzará la defensa del pezón, donde el lechón inicia comportamiento de pelea (mordiscos, empujones y cabezazos) determinándose así a que lechón le corresponderá cada pezón. Esta jerarquía es fundamental conocerla, puesto que, si se realizan cambios de lechones o se llevan a cabo técnicas de madres nodrizas, habrá peleas en el reestablecimiento de nuevas jerarquías. Un alto porcentaje de los lechones que sufren aplastamiento se debe a que permanecen más tiempo cerca de la madre para intentar conseguir más leche debido a que no maman suficiente, aumentando así el riesgo de sufrir aplastamientos.

Factores como la jerarquía, el manejo de la cerda, su estado sanitario, factores genéticos, un elevado número de lechones por camada, factores intrínsecos del lechón, rechazos, crecimiento insuficiente e inmadurez... pueden propiciar que el lechón no consuma la leche que necesita para su desarrollo y mantenimiento diario. Se debe explorar las diferentes vías existentes con las que suplir esa falta de alimentación del lechón para conseguir sacar adelante animales sanos y productivamente viables.

## 5.5 Leches maternizadas

La leche de la cerda tiene las siguientes características:

- Alta palatabilidad, que favorece la ingesta por parte del lechón.
- Alta digestibilidad de los nutrientes (grasa y caseína principalmente). La caseína proporciona calcio, necesario para un crecimiento óseo correcto.
- Elevado contenido en lactosa, que permite el crecimiento y proliferación de la flora saprofita como *Lactobacillus*, además de contribuir a disminuir el pH estomacal al convertirse en ácido láctico.
- Alto contenido en factores de crecimiento, vitaminas y minerales.

La leche es un alimento esencial, que en ocasiones no está disponible o no posee las cualidades suficientes para satisfacer las necesidades de los lechones. Por lo general, el uso de productos lácteos complementarios de alta calidad está justificado en lechones de primeras edades ya que conduce a un mejor crecimiento, menores niveles de mortalidad y mayor rentabilidad para el productor porcino. La mejor opción ante lechones supernumerarios o procesos patológicos de la madre que reduzcan los niveles de leche producida son las adopciones, pero en los sistemas de destete muy temprano (sistemas de crías sin cerdas), es necesario el suministro de un sustituto de leche líquido, ya que los lechones aún no están listos para sobrevivir con alimentos sólidos. Un sustituto de leche, basado en ingredientes lácteos de la mejor calidad al cual los lechones tienen acceso fácil o incluso ad libitum, es clave para lograr mayores tasas de supervivencia en sistemas porcinos de alta productividad.



Figura 6: Repercusión en la ganancia de peso (Kg) con la utilización de leches maternizadas. Adaptado de (Wolter *et al.*), (2002).

La composición de las leches maternizadas generalmente se basa en leche de vaca descremada, sueros reengrasados, concentrados proteicos, grasas vegetales como aceite de coco, vitaminas y minerales. La calidad de las materias primas que se empleen, así como su proporción y la composición final del producto influirán directamente sobre el peso que ganarán los lechones. Para evitar cualquier posible problema de diarreas por intolerancias o mala absorción, se debe asegurar que los ingredientes sean de la máxima calidad posible para permitir la mejor digestibilidad. El ingrediente principal que se emplea como base en las leches maternizadas es la leche descremada en polvo, es decir, leche de alta palatabilidad a la que se le ha extraído la grasa y posteriormente se ha sometido a un proceso de secado. Es de gran importancia que este tipo de productos recuerden en sabor y olor a la leche materna para que se fomente un consumo temprano y ganancias rápidas, aunque su principal desventaja es que en ocasiones puede suponer un coste muy elevado. Es por ello por lo que encontramos otros ingredientes principales que se emplean de manera alternativa, como concentrados de proteínas lácteas procedentes de sueros. Este tipo de proteínas son de gran calidad y solubilidad, y tienen menor coste de producción. Respecto a los sueros lácticos, uno de los más empleados es el suero dulce obtenido en el proceso de fabricación de quesos. Es una buena fuente de lactosa y de alta calidad. Este suero puede ser engrasado, si se le incorpora diferentes tipos de grasas como mantecas, grasa de palma, grasa de coco o mezclas de ellas, subproductos grasos de otras industrias alimentarias, pero en tal caso se les debe añadir emulsionantes para que eviten la formación de películas en la superficie. La grasa puede incorporarse en las leches maternizadas mediante una adición directa o con la inclusión proteínas lácteas reengrasadas.

Otro de los ingredientes que se emplean en la fabricación de leches maternizadas son las proteínas de origen vegetal, ya sean concentrados de soja, trigo, guisantes... Son proteínas de pequeño tamaño y permiten una buena dispersión en la leche, pero tienen un porcentaje máximo de inclusión puesto que un exceso provoca depósitos en el fondo del recipiente. Las proteínas que se empleen deben ser altamente digestibles y contener un nivel aceptable de aminoácidos esenciales. Como fuente proteica de origen animal se pueden utilizar las caseínas bovinas, que a excepción del aminoácido metionina, tienen el patrón de aminoácidos esenciales bastante similar al de la leche porcina (Roopa *et al.*, 2019). Además de la caseína, las proteínas lactoalbúmina y lactoglobulina del suero son valiosas para su uso en la dieta de los lechones, especialmente por proporcionar un sabor muy dulce.

La lactosa, que puede provenir de la leche descremada o bien de los diferentes sueros empleados en la producción de la leche maternizada, es un disacárido de glucosa ligado a la

galactosa el cual se digiere fácilmente en los mamíferos lactantes siempre y cuando se encuentre en presencia de la enzima lactasa. Es un ingrediente controvertido, ya que por una parte aumenta la palatabilidad del pienso y en comparación con los azúcares simples, la presión osmótica desarrollada en el intestino es menor, lo que reduce el riesgo de diarrea secretora (Molino *et al.*, 2011), pero si se emplea de manera precoz puede tener efecto un negativo en la capacidad digestiva de los lechones en los días posteriores al parto, especialmente si estos productos se emplean como sustitutos del calostro. El consumo de leches maternizadas con y sin lactosa produce diferencias en cuanto al peso del intestino delgado y del colon, así como en la altura y anchura de las vellosidades o en las actividades enzimáticas de la maltosa y la aminopeptidasa A (Thymann *et al.*, 2006). La alimentación con fórmulas maternizadas con lactosa puede ejercer efectos perjudiciales sobre la función intestinal en los recién nacidos.

Es por ello por lo que existen otras opciones tales como los suelos deslactosados en los que se elimina la lactosa y se mantiene una buena fuente de proteína láctea, de hasta un 25% en la composición. Las leches maternizadas con lactosa como ingrediente deben usarse en la fase previa al destete e inmediatamente después del destete, donde el beneficio de las altas concentraciones de lactosa (25-30%) es mayor. Esta circunstancia disminuye a medida que los lechones ganan peso.

Materia seca	20	94-96
Proteína	5,8	20
Grasa	8,6	18-22
Lactosa	4,6	40-45
Ca	0,24	1,1-1,2
P	0,14	0,7

Figura 7: Ejemplo de diferente composición entre leche de cerda (izq) y leche artificial maternizada (drch). Adaptado de (Sánchez, Patón and Mavromichalis), (2007).

Como otras alternativas a la lactosa existen productos que incorporan polidextrosa, un polisacárido obtenido de polimerizar glucosa en presencia de sorbitol. Tiene función espesante, y al igual que las demás fibras solubles es fermentable por la flora comensal del intestino grueso. La adición de polidextrosa en las leches maternizadas como prebiótico ayuda al crecimiento de los lactobacilos del tracto gastrointestinal e incrementa las concentraciones de ácido propiónico y láctico (indicadores de una buena salud digestiva) ayudando a disminuir el pH intestinal (Herfel *et al.*, 2009). La adición de polidextrosa ayuda a mejorar el sistema inmunológico intestinal influyendo en el resto del organismo.

La maltodextrina también puede ser empleada como principal fuente de carbohidratos en sustitución a la lactosa, y se ha descubierto que mejora el rendimiento cognitivo de los lechones. El empleo de maltodextrina mejora la memoria espacial a largo plazo de los lechones incluso semanas después de terminar el tratamiento con leche maternizada (Clouard *et al.*, 2018). Este polímero se ha empleado en alimentación humana para la formulación de leches maternizadas de niños alérgicos a la lactosa, puesto que se relaciona con la reducción de la carga osmótica intestinal y el dolor asociado a la misma. En los lechones, el uso de este polisacárido puede influir en el desarrollo y futuras adaptaciones de funciones metabólicas, inmunes, conductuales y cerebrales de la edad adulta.

El resto de las materias primas que encontramos en las leches maternizadas son emulsionantes, aromas, micronutrientes como vitaminas, minerales, ácidos orgánicos, o pequeñas cantidades de otras sustancias tales como plasma porcino, huevo en polvo... ingredientes que se debe asegurar que no alteren la solubilidad de la leche ni encarezcan demasiado el producto final. El plasma sanguíneo porcino es una buena fuente proteica y de buen rendimiento, pero debido a su método de obtención y tratamiento, su uso en muchas ocasiones se considera demasiado caro para poder ser empleado de manera regular.

La lactación artificial requiere de instalaciones específicas, nideras, en las cuales se colocan los lechones a partir del 4º día de edad. Son ambientes muy confortables donde colocaremos los preparados de la leche siempre de la manera más higiénica posible (teniendo en cuenta su temperatura de preparación y dilución). Existe la opción de administrar la leche maternizada en platos, aunque este método es mucho menos eficiente, ya que se desperdicia mucho más producto, si no se ingiere rápido se forman pastas y grumos, y por lo general se obtienen peores resultados. Ya hay sistemas mecanizados que permiten el reparto de leche a cada plaza de maternidad.

PESO. KG.	INGESTA ml/día	PESO. KG.	INGESTA ml/día	PESO. KG.	INGESTA ml/día
0.8	120	3.0	350	6.0	600
1.0	150	3.5	400	6.5	650
1.2	170	4.0	450	7.0	700
1.5	200	4.5	480	8.0	750
2.0	250	5.0	520	9.0	850
2.5	300	5.5	550	10.0	900

Figura 8: Ejemplo de directrices de ingesta de productos maternizados. Disponible en <https://www.wombaroo.com.au/product/pig-milk-replacer/> (2020).

Respecto a los aspectos negativos de las leches maternizadas encontramos un incremento de la predisposición de los lechones recién nacidos a sufrir infección intestinal por *Clostridium difficile*, debido a las diferencias de composición con la leche materna de la cerda, así como la ausencia de microorganismos beneficiosos que puedan retrasar la colonización del *C. difficile*. (Grzeńkowiak *et al.*, 2018).

En los últimos años, han surgido una multitud de complementos nutritivos para tratar de suplir la insuficiente cantidad de leche de la cerda, como algunos tipos de prebióticos, complementos vitamínicos o extractos de algas que, si bien en algunas ocasiones ayudan a mejorar las condiciones de los lechones, algunos autores ponen en duda su eficacia. En principio solo tienen interés en granjas con problemas sistemáticos de tipo digestivo para lechones supernumerarios excedentarios. Algunos son productos lácteos tipo yogur, que en realidad son suplementos energéticos y proteicos que se denominan así por tener una consistencia similar al yogur y que se pueden administrar a partir del 3º o 4º día de vida. Su preparación es similar a la de la leche maternizada, aunque se utiliza mucha menos agua (contenido en materia seca superior a los lacto-iniciadores). Se dan dos tomas diarias procurando que la cantidad sea suficiente y que el plato quede vacío entre una toma y la siguiente, para evitar cualquier fermentación anómala o enranciamiento del producto.

También encontramos geles compuestos por suplementos energéticos, vitamínicos y minerales que se puede administrar a los lechones de primera edad. Su composición se basa en ácidos grasos de cadena media, dextrosa, aceites esenciales, vitaminas y minerales. La adición de estos productos supone proporcionar al lechón una energía extra durante sus primeras horas o días de vida. La forma de presentación es la causa de la denominación gel, puesto que vienen en forma de pasta oral gelificada muy apetecible para el lechón. Su distribución puede ser en plato o directamente en la boca con un aplicador.

## **5.6 “Creepfeed” o administración de piensos lactoiniciadores / prestarter**

Aunque el principal alimento del lechón durante los primeros días de vida es líquido, ya sea por la lactación de la leche materna o bien por el uso de productos como las leches maternizadas, el aparato digestivo del lechón a partir de la primera semana de vida sufre una serie de cambios y maduraciones que le permiten comenzar a consumir alimentos complementarios sólidos. Cuanto más precoz sea la incorporación de alimentos sólidos en la dieta, menos problemas digestivos y menos atrofia de las vellosidades intestinales sufrirá el animal en el destete (Barszcz



and Skomiał, 2011). Este tipo de transiciones entre la alimentación líquida y sólida son muy necesarias, puesto que pasar de una alimentación líquida y cíclica de una materia rica en proteínas, grasas y lactosa a una nueva voluminosa, seca y de componentes que todavía no ha consumido provoca un enorme estrés intestinal. La función principal de los piensos lactoiniciadores y prestarters es suavizar el cambio de digestión de grasas hacia la digestión de carbohidratos complejos, y reducir la brusquedad del cambio leche-pienso, de un alimento dulce y por lo general caliente, a un alimento frío y sólido. El cambio de las condiciones físicas y ambientales sumado al estrés psicológico del traslado provocará que en el destete el animal pierda peso, y por lo general se reducirá la ingesta de los primeros días, con lo que es fundamental partir de una buena base, que conseguiremos en el pre-destete.

Existen dos tipos de piensos principales para los lechones en maternidad. El primero de ellos es el pienso tipo lactoiniciador, que se utiliza en la primera fase de lactación. El pienso lactoiniciador se puede comenzar a administrar a partir de la segunda semana de vida (entre los 10 y 14 primeros días).

Week	Creep feeding
8	80%
7	65%
6	50%
5	35%
4	15%
3	<5%
2	≈0%

Figura 9: Incremento del porcentaje de pienso en la dieta según avance la edad del lechón. Adaptado de [https://www.3tres3.com/articulos/creep-feeding-y-dias-de-lactacion\\_35425/](https://www.3tres3.com/articulos/creep-feeding-y-dias-de-lactacion_35425/) (2015).

Un consumo temprano de pienso sólido estimula la madurez y capacidad intestinal previniendo la diarrea (Vondruskova *et al.*, 2010), y en el caso de los lechones más pequeños complementa la ausencia de leche materna en cuanto a las necesidades de crecimiento. Los piensos lacto iniciadores deben estar compuestos de ingredientes de alto valor nutritivo, y al igual que sucede con las leches maternizadas, deben recordar el máximo posible al olor sabor y dulzor de la leche materna para facilitar la ingestión. Es por ello por lo que en muchas ocasiones la base de estos productos son los lactosueros a los que se les añade otros ingredientes como harinas de pescado, subproductos de galletería, proteínas vegetales de buena calidad aminoacídica y demás microcomponentes como aromatizantes, minerales o vitaminas.

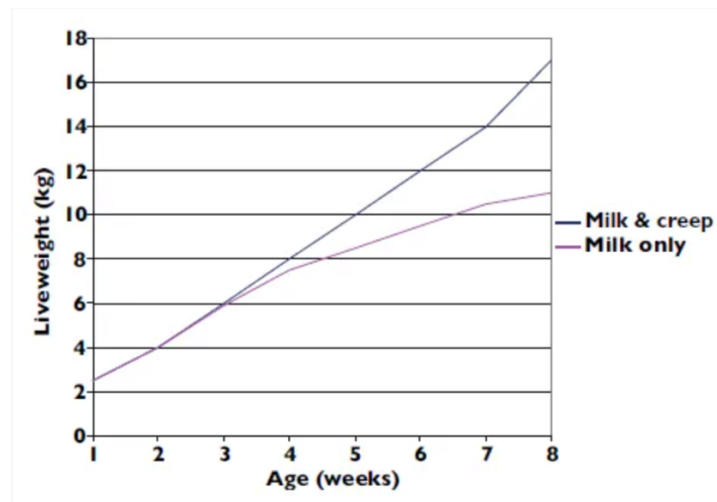


Figura 10: Diferentes crecimientos entre lechones alimentados con suplementos de pienso y no. Gráfico obtenido de <https://www.thepigsite.com/articles/creep-feeding> (2013).

Durante las primeras semanas de vida el lechón todavía presenta bajos niveles de enzimas digestivas necesarias para digerir el almidón, azúcar y proteínas de origen no lácteo. Sin embargo, al incorporar pequeñas cantidades de ingredientes sólidos diferentes al suero, leches desnatadas/descremadas o plasma, como puedan ser pequeños copos de avena o maíz producen una estimulación del desarrollo de enzimas digestivas (de Passillé *et al.*, 1989).

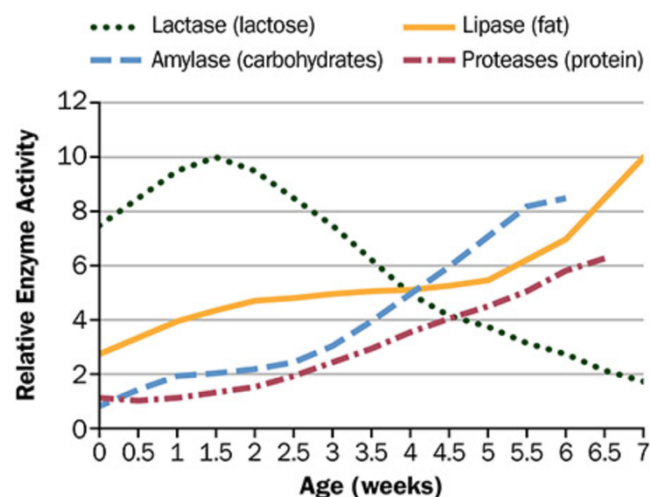


Figura 11: Patrón de actividad de las enzimas digestivas en el cerdo (adaptación de Swine Nutrition Guide, Patience, Thacker and Lange), (1995).

Como se ha mencionado estos piensos permiten comenzar un temprano desarrollo intestinal y favorecer la aparición de enzimas digestivas, pero sus efectos para promover una microbiota beneficiosa que resista y compita con la proliferación de bacterias patógenas, son bastante

menores, ya que al ser productos tan digestibles y estar basados en ingredientes lácteos y cereales generalmente cocidos, promueven una fermentación microbiana relativamente limitada en el intestino. La flora intestinal permanece parcialmente inmadura quedando algo menos capacitada para el proceso de destete posterior. La incorporación de inulina en los piensos lactoiniciadores puede mejorar la proporción de bacterias beneficiosas en el intestino (Wellock, Houdijk and Kyriazakis, 2007) y adecuar un pH intestinal y una microflora más estables durante la transición del destete. Algo parecido sucede con la adición de butirato de sodio a la dieta, que puede mejorar la arquitectura intestinal (Miller and Slade, 2006), lo que podría promover el desarrollo de un intestino maduro al destete si se alimenta antes de este momento con butirato de sodio.

La presentación clásica de los piensos lactoiniciadores es en forma de harina. Como ventaja, los piensos en harina favorecen la ingesta por parte del lechón pues son los más sencillos de comer, ya que no precisan ningún masticado. Como contraposición, se suele desperdiciar más cantidad de pienso que en otros formatos. El ganadero los puede diluir con agua para formar una papilla, que además está especialmente recomendada si los lechones son muy pequeños. Una correcta dilución para formar una papilla es de 1 kilo de pienso por cada 2 litros de agua, y conforme pasen los días aumentar la concentración, con 1 kilo de pienso por 1 litro de agua. El pienso debe ser fresco y encontrarse en buenas condiciones para disminuir cualquier pérdida en el aroma y el sabor.

## **5.7 Piensos prestarter**

El otro tipo de piensos que se pueden incorporar como alimentación precoz previa al destete son los piensos denominados prestarter. Tienen características similares a los anteriores, aunque existen diferencias en cuanto a proteína bruta, energía metabolizable, la presentación y especialmente a partir de cuántos días de vida se deben administrar. Los piensos prestarter, al igual que los lactoiniciadores, están formados a partir de materias primas de calidad, basados en cereales extrusados además de otro tipo de ingredientes como acidificantes, saborizantes, y enzimas y probióticos que estimulan el crecimiento y regulan la flora intestinal. Forman parte del paso intermedio entre la lactación y comienzo de alimentación sólida y la futura crisis del destete, las posibles apariciones de diarreas y el cumplimiento con los objetivos de crecimiento, por lo que son fundamentales para la correcta adaptación del lechón.

	PB(%)	EM (kcal)	Presentación	Uso a partir de
Lactoiniciador	20%	3.500	Harina	10-14 días
Prestarter	19%	3.400	Gránulo	20 días

Figura 12. Cuadro diferencial entre pienso lactoiniciador y prestarter. Elaboración propia.

El pienso prestarte se incorpora a partir del día 18-20 de vida hasta el destete y, además, será el mismo que ingieran los lechones en la primera semana postdestete. Su presentación habitual es en gránulos, aunque a veces se encuentra en harina.

Aquellos lechones que se les proporciona pienso prestarter a corta edad y se destetan a las 4 semanas pueden llegar a consumir hasta más de 600g de pienso durante todo el período de lactación lo que sumado a un adecuado manejo y materias primas de calidad se traduce en alcanzar consumos por encima de los 200 gramos por lechón (Rodríguez and Flores, 2004). Como se ha mencionado con anterioridad, las correctas estrategias de alimentación con los diferentes tipos de piensos además de fomentar el desarrollo digestivo producen una adaptación o tolerancia inmunitaria respecto a antígenos vegetales evitando reacciones de hipersensibilidad que puedan desembocar en diarreas o cuadros entéricos.

Los primeros días tras el destete los lechones registran menores consumos de pienso, debido a los cambios de ambiente, alimentación y manejo, de tal manera que el crecimiento se ve reducido durante las semanas posteriores. Es por ello por lo que para compensar la ingesta de pienso se continúa empleando el pienso prestarter una semana más, hasta las 5 semanas de edad, momento en el que aproximadamente los lechones alcanzan 10 kg de peso. Se busca mantener un crecimiento razonable sin provocar sobrecargas digestivas.

Respecto a la incorporación del pienso prestarter en la dieta del lechón, se puede realizar un manejo conocido como “Choice feeding”, que consiste en “ofrecer durante los días concretos de cambios de dietas, a la vez distintos piensos, ya sea de lactoiniciador y prestarter o de prestarter y starter, con el objetivo que el propio lechón escoja qué proporción come de cada pienso”. (Mestre, no date)

(Lawlor *et al.*, 2003) plantearon una prueba experimental con tres tipos diferentes de alimentación hasta alcanzar 27 días postdestete: para el primero de ellos se empleó alimentación convencional de pienso lactoiniciador durante 11 días, posteriormente variando a

un prestarter durante los 16 días restantes. El segundo tratamiento utilizó ambos piensos desde el principio durante los 27 días completos permitiendo libre elección a los lechones. El último tratamiento también fue en “Choice Feeding”, y se dispusieron piensos lactoiniciador y un estárter, en sustitución del prestarter de la segunda prueba, y durante el mismo periodo. Se obtuvo como resultado final que no existían diferencias significativas entre las tres pruebas para el consumo medio diario (CMD) ni ganancia media diaria (GMD) (incluyendo la medición de ambas ratios en el periodo de 0 a 14 días), pero si se hallaron diferencias en el IC a favor del segundo tratamiento frente a los otros dos, centrándose especialmente en el último periodo (14 a 26 días).

Cuando realicemos estrategias de “Choice Feeding”, debemos centrarnos en estimular la ingesta de cada uno de los piensos manteniendo la apetecibilidad al máximo para que no se produzca una preferencia o selección hacia uno de los piensos ofrecidos de manera simultánea al animal. Se debe considerar una adecuada inclusión de ingredientes que respeten las proporciones naturales, asegurando la digestibilidad y la estabilidad de los aceites vegetales (dada la gran importancia de las fuentes grasas en la dieta), para lograr y mantener la apetecibilidad. El aceite de pescado es una materia prima de gran calidad y muy empleada ya que incrementa la apetecibilidad de los piensos del programa.

Los lechones tienen que disponer de pienso fresco pocos días después del destete, probando diferentes cantidades de distintos piensos con el fin de ajustar bien las proporciones según cada grupo, ya que nos ayudará a optimizar los rendimientos y los costes.

## **5.8 Estrategias de manejo y adopción.**

El “Split-sucking” (lactación alterna en castellano) es una metodología de manejo orientada a disminuir la mortalidad predestete, consistente en asegurar la ingesta de calostro sobre todo en camadas numerosas. Es una técnica basada en la intervención humana que permita disminuir el tiempo transcurrido entre el nacimiento y la primera ingesta de calostro, además de procurar que todos los lechones tomen una cantidad mínima que sea adecuada para garantizar la vitalidad en las próximas horas. Dicha técnica consiste en que una vez la cerda ha comenzado el parto, se deben ir comprobando los lechones para ir apartando aquellos que ya hayan ingerido calostro, depositándolos en una zona caliente y dejando libres suficientes mamas para que aquellos más retrasados o nacidos a posteriori puedan tener acceso a suficiente cantidad de calostro sin competencia de sus hermanos. Después se debe ir creando un flujo de entrada-

salida de la zona caliente apartada cada una o dos horas consiguiéndose un reparto de calostro eficaz y ecuánime, que favorece la supervivencia de los más débiles (Magallón *et al.*, 2015).

El “Split-sucking” aunque eficaz puede resultar una tarea complicada, puesto que siempre dependerá de las condiciones de nuestra explotación y de la capacidad de manejo de los trabajadores, puesto que se debe seguir un régimen regular y alternar a los lechones de manera adecuada. Es por ello por lo que en muchas ocasiones se opta por realizar otro tipo de estrategias como las adopciones de lechones por parte de otras hembras.

## **5.9 El manejo de las adopciones**

Existen una serie de determinadas estrategias de manejo que podemos emplear cuando nos enfrentamos a una camada de cerda hiperprolífica en la que hay mayor número de lechones que tetas tiene la cerda, o bien ya sea un número adecuado pero la cerda produce insuficiente leche. Estas estrategias implican transferir lechones nada más producirse el parto de cerdas hiperprolíficas a otras cuyos lechones ya han sido destetados o a su vez están distribuidos en otras cerdas. A estas cerdas las llamamos cerdas nodrizas.

Podemos realizar las adopciones de lechones por parte de cerdas nodrizas en función de las capacidades de mano de obra de la granja, localizaciones, espacio, o simplemente la gestión interna establecida. Por una parte, podemos realizar movimientos de los lechones “extra” a salas que lleven más días en lactación, de acuerdo con el manejo en bandas que emplee la granja. Con esta estrategia se ocupa el 100% de plazas de maternidad, no altera la ratio ciclo / cerda / año ya que no se modifican los días del período de lactación, y conseguimos destetar un número considerable de animales.

Como desventajas, esta estrategia requiere de un tiempo extra a invertir en las adopciones, que a veces son rechazadas por problemas de aceptación de las cerdas a los nuevos lechones, perdiéndose lechones de calidad. La mayor desventaja se produce por destetar lechones antes de tiempo, que pasan a ser denominados lechones precoces, que verán repercusiones negativas en las fases posteriores de engorde, o bien pueden sufrir incrementos del porcentaje de mortalidad (Sanjoaquin, Vela and Caballer, 2016).

La segunda estrategia que podemos emplear consiste en desplazar a las cerdas nodrizas de sala en lugar de desplazar a los lechones “extra” ocupando plazas que previamente hemos dejado vacías (entorno a un 10% - 15% de plazas en función de la prolificidad y del manejo de la granja).

Como en la estrategia anterior, los desplazamientos de las cerdas se rigen según el manejo en banda. La principal ventaja que nos proporciona esta actuación es que evitamos por completo los lechones precoces, por lo que no habrá aumentos de las bajas ni disminuciones del rendimiento en fases posteriores de engorde.

Sin embargo al igual que en la primera estrategia encontramos una serie de desventajas: el tiempo que se debe invertir nuevamente en el manejo de adopciones, menor censo de madres por la necesidad de mantener un porcentaje de plazas vacías, rechazo de lechones por parte de las nodrizas, el número de ciclos / cerda / año disminuye porque alargamos el período de lactación de la cerda, lo que además provoca encarecimiento por mayor consumo de pienso de lactación por parte de las nodrizas (Sanjoaquin, Vela and Caballer, 2016).

Ambas estrategias pueden realizarse en un solo paso, o en dos. Si lo realizamos en un solo paso se transfieren lechones de en torno a 2-5 días a cerdas de 18-22 días de lactación. Ganamos tiempo respecto a realizar 2 pasos, pero el salto de edad de los lechones con los días de lactación de la madre puede ser demasiado grande, pudiendo peligrar la aceptación por parte de la nodriza, y si la diferencia de edad es muy amplia implica destetar de manera muy precoz en el caso de mover lechones o alargar en exceso el periodo de lactación en el caso de desplazar a las nodrizas.

En el caso de emplear una estrategia de 2 pasos, utilizamos otra cerda nodriza intermedia de entre 7-10 días de lactación. Su principal ventaja es que el salto de edad de los lechones / día de lactación de la madre es considerablemente menor, por lo que se esperan mejores recepciones y aceptación de la madre. Por otra parte, no reducimos demasiado los días de lactación en el caso de lechones trasladados ni alargamos demasiado el período de lactación al mover a las madres. La desventaja principal es el tiempo por invertir en el proceso.

	Un paso	2 pasos
Camadas involucradas	2	3
Salto entre edad lechones y días de lactación de la cerda	+++	++
Riesgo de "no" adopción	++	+
Alargamiento de lactación en caso de dejar huecos vacíos	++	+
Lechones precoces en caso de "subidas"	++	+
Tiempo empleado	++	+++

Figura 13: Cuadro comparativo entre adopciones a uno o dos pasos. (Sanjoaquin, Vela and Caballer, 2016)

### 5.10 Máquinas de lactación artificial.

Para facilitar el manejo a la hora de alimentar a los lechones “extra”, o bien en el caso de no disponer de cerdas nodrizas para las adopciones, existen una serie de maquinas de lactación artificial, dispositivos que permiten administrar los sustitutos lácteos de manera programable permitiendo que la ingesta de alimento de los lechones se ajuste con precisión al peso corporal individual, mediante estimaciones de crecimiento según la ingesta. Se incorpora el producto en polvo, ya que la máquina cuenta con sistemas de mezclado automático, además de incorporar un termostato para calibrar la temperatura de salida de la leche. En caso de que esta sea demasiado elevada existen sistemas de seguridad de apagado de la maquinaria. Para evitar crecimientos bacterianos y/o oxidación de lípidos y consecuente enranciamiento, se mantiene en recirculación y refrigeración hasta el momento de calentado previo a la expulsión (Fiorotto *et al.*, 1993).



Figura 14: Máquina de lactación artificial.



## **6. CONCLUSIONES**

1. El ritmo intensivo de la producción del sector porcino español, sumado a la problemática de las razas de cerdas hiperprolíficas obliga a plantear nuevas estrategias de manejo y alimentación con las que mantener y mejorar la ratio de lechones destetados por cerda y año.
2. La capacidad de maternal de la cerda es limitada, ya sea por un numero insuficiente de mamas, insuficiencia de calostro o leche, falta de aptitud maternal... lo que supone un problema a la hora de destetar camadas numerosas de lechones. Cuantos más nazcan por parto, mayores índices de mortalidad presentarán.
3. Los productos lácteos maternizados son de vital importancia junto con un adecuado manejo por parte de los trabajadores. Son sustitutos útiles para compensar la insuficiente alimentación por parte de la madre.
4. La temprana administración de pienso durante la lactación ha demostrado ser fundamental para favorecer un crecimiento óptimo del aparato digestivo del lechón, reduciendo la incidencia de diarreas y favoreciendo el desarrollo temprano de las microvellosidades intestinales. Además, facilita la correcta adaptación y transición al comenzar el período de cebo.
5. Las estrategias de manejo basadas en adopciones, si bien en muchos casos son imprescindibles suponen una carga de trabajo, organización y necesidades de espacio en ocasiones demasiado elevada, por lo que resalta la importancia de combinarse con estrategias de alimentación que hagan disminuir el porcentaje de mortalidad de los lechones al destete y maximicen el rendimiento ganadero.

## **CONCLUSIONS**

1. The intensive production rhythm of the Spanish pork industry plus the problem of hyperprolific sow breeds, creates the need to propose new management and feeding strategies with which make us able to maintain and improve the ratio of weaned piglets per sow per year, and maximize livestock sector performance.

2. The maternal ability of the sow is limited, due to an insufficient number of breasts, insufficient production of colostrum or milk, lack of maternal aptitude... which can be a major problem on a large weaning piglet litter. The more piglets born on the birth; the higher mortality rates will be.
3. Maternized dairy products are vitally important, in conjunction with a proper handling given by workers. They are useful substitutes which can offset the lack of nutrition.
4. Early administration of creepfeed during lactation period has been proven to be fundamental in favoring optimal growth of the piglet's digestive system, reducing the incidence of diarrhea and allowing the early development of intestinal microvilli. In addition, it facilitates the correct adaptation and transition at the beginning of the fattening period.
5. Management strategies based on adoptions, although they are essential in many cases, can become a big workload, organization and space distribution too high to handle. This fact highlights the importance of combining those management strategies with feeding strategies to reduce the piglet's mortality rate at weaning, maximizing livestock performance.

## **7. VALORACIÓN PERSONAL**

Este trabajo originalmente fue concebido para ser un proyecto experimental con el que poder registrar datos obtenidos de los crecimientos y demás índices de los lechones objetivo, para poder demostrar la importancia y resultados de la aplicación de productos lácteos maternizados en combinación con otras estrategias como el “creepfeeding” o las adopciones por parte de hembras nodrizas. Lamentablemente debido a la situación excepcional provocada por el COVID-19 no se pudo realizar de esta manera, quedando relevado a una revisión bibliográfica. Pese a la lástima de no poder arrojar datos empíricos, con la realización de este trabajo he podido descubrir igualmente su importancia, basada y demostrada en los datos obtenidos de otros autores, además de conocer en mejoría y profundidad las necesidades básicas de los lechones, su desarrollo digestivo o bien la problemática actual del sector porcino respecto a las razas hiperprolíficas.

Por último, deseo agradecer a mis tutores Emilio Magallón Botaya y José Luis Olleta Castañer la oportunidad de realizar este trabajo, y su ayuda y paciencia en todo momento que fuera necesario.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Barszcz, M. and Skomiał, J. (2011) 'The development of the small intestine of piglets - Chosen aspects', *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20(1), pp. 3–15. doi: 10.22358/jafs/66152/2011.

Bruun, T. S. *et al.* (2016) 'Reproductive performance of "nurse sows" in Danish piggeries', *Theriogenology*, 86(4), pp. 981–987. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.03.023.

Bussy, F. *et al.* (2019) 'Immunomodulating effect of a seaweed extract from *Ulva armoricana* in pig: Specific IgG and total IgA in colostrum, milk, and blood', *Veterinary and Animal Science*, 7, p. 100051. doi: 10.1016/j.vas.2019.100051.

Caballer, E. (2017) *Avances genéticos y manejo de la cerda hiperprolífica*. Available at: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/13530/avances-geneticos-y-manejo-de-la-cerda-hiperprolifca.html>.

Carlsson, L. C. T., Weström, B. R. and Karlsson, B. W. (1980) 'Intestinal Absorption of Proteins by the Neonatal Piglet Fed on Sow's Colostrum with either Natural or Experimentally Eliminated Trypsin-Inhibiting Activity', *Neonatology*, 38(5–6), pp. 309–320. doi: 10.1159/000241381.

Clouard, C. *et al.* (2018) 'A milk formula containing maltodextrin, vs. lactose, as main carbohydrate source, improves cognitive performance of piglets in a spatial task', *Scientific Reports*, 8(1), p. 9433. doi: 10.1038/s41598-018-27796-1.

Cunningham, F. *et al.* (2006) *Implantación, embriogénesis y desarrollo placentario*. 22nd edn. México: Mc Graw Hill.

Curtis, S. E. and Rogler, J. C. (1970) 'Thermoregulatory ontogeny in piglets: sympathetic and adipokinetic responses to cold.', *The American journal of physiology*, 218(1), pp. 149–152. doi: 10.1152/ajplegacy.1970.218.1.149.

Darragh, A. J. and Moughan, P. J. (1998) *The Composition of Colostrum and Milk*.

Drew, M. D. and Owen, B. D. (1988) 'THE PROVISION OF PASSIVE IMMUNITY TO COLOSTRUM-DEPRIVED PIGLETS BY BOVINE OR PORCINE SERUM IMMUNOGLOBULINS', *Canadian Journal of Animal Science*, 68(4), pp. 1277–1284. doi: 10.4141/cjas88-143.

Van Engen, M., De Vries, A. and Scheepens, K. (2011) 'Señales del cerdo: lechones', in.

Fiorotto, M. L. *et al.* (1993) 'A semiautomatic device for feeding liquid milk-replacer diets to infant pigs.', *Journal of animal science*, 71(1), pp. 78–85. doi: 10.2527/1993.71178x.

Gomez, G. G., Phillips, O. and Goforth, R. A. (1998) 'Effect of immunoglobulin source on survival, growth, and hematological and immunological variables in pigs.', *Journal of Animal Science*, 76(1), p. 1. doi: 10.2527/1998.7611.

Grześkowiak, Ł. *et al.* (2018) 'Formula feeding predisposes neonatal piglets to clostridium difficile gut infection', *Journal of Infectious Diseases*, 217(9), pp. 1442–1452. doi: 10.1093/infdis/jix567.

Herfel, T. M. *et al.* (2009) 'Safety evaluation of polydextrose in infant formula using a suckling piglet model', *Food and Chemical Toxicology*, 47(7), pp. 1530–1537. doi: 10.1016/j.fct.2009.03.039.

Hoving, L. L. (2012) *The second parity sow. Causes and consequences of variation in reproductive performance*. T. N. Wageningen University, Ed.

Hurley, W. (2015) '9. Composition of sow colostrum and milk', in *The Gestating and Lactating Sow*, pp. 193–230. doi: 10.3920/978-90-8686-803-2\_9.

Jensen, A. R. *et al.* (2001) 'Development of intestinal immunoglobulin absorption and enzyme activities in neonatal pigs is diet dependent', *Journal of Nutrition*, 131(12), pp. 3259–3265. doi: 10.1093/jn/131.12.3259.

Jiang, R. *et al.* (2000) 'Dietary plasma protein is used more efficiently than extruded soy protein for lean tissue growth in early-weaned pigs', *Journal of Nutrition*, 130(8), pp. 2016–2019. doi: 10.1093/jn/130.8.2016.

Lawlor, P. G. *et al.* (2003) 'The effect of choice feeding complete diets on the performance of weaned pigs', *Animal Science*, 76(3), pp. 401–412. doi: 10.1017/s1357729800058628.

Magallón, E. *et al.* (2014) *Manejo y gestión de maternidades porcinas: El parto. I*. Zaragoza: Servet Editorial - Grupo Asís Biomedica S.L.

Magallón, E. *et al.* (2015) *Manejo y gestión de maternidades porcinas II. La lactación*. Editorial Servet.

Martínez, S. *et al.* (2020) 'Evaluation of Immunoglobulin G Absorption from Goat Colostrum by Newborn Piglets', *Animals*, 10(4), p. 637. doi: 10.3390/ani10040637.

Mellor, D. J. and Cockburn, F. (1986) 'A COMPARISON OF ENERGY METABOLISM IN THE NEW-BORN INFANT, PIGLET AND LAMB', *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 71(3), pp. 361–379. doi: 10.1113/expphysiol.1986.sp002995.

Mestre, P. (no date) *No Title, Fase 2 Transición PUNTO CLAVE EN NUESTRA PRODUCCIÓN PORCINA*. Available at: <http://ww2.cag.es/cages/infoporci/Antimicrobians-FasedosTransicioAGOST.pdf> (Accessed: 10 October 2020).

- Miller, H. M. and Slade, R. D. (2006) 'Organic acids, pig health and performance', *The Pig Journal*, 57, pp. 140–149.
- Molino, J. P. *et al.* (2011) 'Lactose levels in diets for piglets weaned at 21 days of age', *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(6), pp. 1233–1241. doi: 10.1590/S1516-35982011000600011.
- Moreira, L. P. *et al.* (2017) 'Effects of colostrum, and protein and energy supplementation on survival and performance of low-birth-weight piglets.', *Livest. Sci.*, 202.
- de Passillé, A. M. *et al.* (1989) 'Relationships of weight gain and behavior to digestive organ weight and enzyme activities in piglets.', *Journal of animal science*, 67(11), pp. 2921–2929. doi: 10.2527/jas1989.67112921x.
- Patience, J. F., Thacker, P. A. and Lange, C. F. M. (1995) *Swine nutrition guide*. 2º edición.
- Playford, R. J. *et al.* (2001) 'Co-administration of the health food supplement, bovine colostrum, reduces the acute non-steroidal anti-inflammatory drug-induced increase in intestinal permeability', *Clinical Science*, 100(6), pp. 627–633. doi: 10.1042/cs1000627.
- Quiles, A. (2011) 'Sistema inmunitario del lechón'.
- Quiniou (2002) 'Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance.', *Livestock Production Science*.
- Rodríguez, M. and Flores, M. P. (2004) 'Nutrición animal. Facultad de Veterinaria, universidad de las palmas de gran canaria'.
- Roopa, K. *et al.* (2019) *Nutritional Profile Comparison of Cow Milk and Sow Milk for the Development of Milk Replacer to Early Weaned Piglets*, *The Indian Veterinary Journal*. Indian Veterinary Association, Chennai. Available at: <https://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810106739> (Accessed: 21 September 2020).
- Šamanc, H. *et al.* (2013) 'Relationship between growth of nursing pigs and composition of sow colostrum and milk from anterior and posterior mammary glands', *Acta Veterinaria*, 63(5–6), pp. 537–548. doi: 10.2298/AVB1306537S.
- Sánchez, J., Patón, F. and Mavromichalis, I. (2007) 'Leches maternizadas para lechones. Sacándole el máximo beneficio.', *Anaporc N°44*, pp. 54–58.
- Sangild, P. T. *et al.* (1997) 'Birth and prematurity influence intestinal function in the newborn pig', *Comparative Biochemistry and Physiology - A Physiology*, 118(2), pp. 359–361. doi: 10.1016/S0300-9629(96)00319-2.
- Sangild, P. T. *et al.* (1999) 'Intestinal macromolecule absorption in the fetal pig after infusion of colostrum', *Pediatric Research*, 45(4), pp. 595–602. doi: 10.1203/00006450-199904010-00021.
- Sanjoaquin, L. (2015) 'Manejo de la cerda hiperprolífica.', *Suis*, pp. 14–19.
- Sanjoaquin, L., Vela, A. and Caballer, E. (2016) *Las nodrizas, ¿cómo hacerlas? - Artículos - 3tres3, la página del Cerdo*. Available at: <https://www.3tres3.com/articulos/las-nodrizas->

¿como-hacerlas\_36567/ (Accessed: 18 October 2020).

Soraci, A. (2019) 'XII seminario internacional en salud y producción porcina', *Conéctate porkcalidad colombia*. Available at: [https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2019/07/porkcalidad\\_12\\_julio\\_2019/3\\_alejandro\\_soraci.pdf](https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2019/07/porkcalidad_12_julio_2019/3_alejandro_soraci.pdf).

Svendsen, L. S. *et al.* (1990) 'Intestinal macromolecular transmission in underprivileged and unaffected newborn pigs: implication for survival of underprivileged pigs.', *Research in veterinary science*, 48(2), pp. 184–189.

Thorup, F., Eriksen, L. and Risum, D. (2004) 'Predicting piglets at birth with a high risk for mortality. Proceedings of the 18th IPVS Congress.', in *18th IPVS Congress*.

Thymann, T. *et al.* (2006) 'Formula-feeding reduces lactose digestive capacity in neonatal pigs', *British Journal of Nutrition*, 95(6), pp. 1075–1081. doi: 10.1079/bjn20061743.

Vizcaíno, E. *et al.* (2017) *¿Hiperprolíficas? Sí, pero no tanto*. Available at: [https://www.3tres3.com/articulos/¿hiperprolíficas-si-pero-no-tanto\\_37613/](https://www.3tres3.com/articulos/¿hiperprolíficas-si-pero-no-tanto_37613/).

Vondruskova, H. *et al.* (2010) 'Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhoea in weaned piglets: A review', *Veterinarni Medicina*, 55(5), pp. 199–224. doi: 10.17221/2998-VETMED.

Wellock, I. J., Houdijk, J. G. M. and Kyriazakis, I. (2007) 'Effect of dietary non-starch polysaccharide solubility and inclusion level on gut health and the risk of post weaning enteric disorders in newly weaned piglets', *Livestock Science*, 108(1–3), pp. 186–189. doi: 10.1016/j.livsci.2007.01.050.

Wientjes, J. G. M. *et al.* (2013) 'Piglet birth weight and litter uniformity: Effects of weaning-to-pregnancy interval and body condition changes in sows of different parities and crossbred lines', *Journal of Animal Science*, 91(5), pp. 2099–2107. doi: 10.2527/jas.2012-5659.

Wolter, B. F. *et al.* (2002) 'The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics', *Journal of Animal Science*, 80(2), pp. 301–308. doi: 10.2527/2002.802301x.

Xu, R. J. *et al.* (2002) 'Chapter 5 Bioactive compounds in porcine colostrum and milk and their effects on intestinal development in neonatal pigs', *Biology of Growing Animals*, 1(C), pp. 169–192. doi: 10.1016/S1877-1823(09)70121-3.